

УДК 621.396.962.21

Д.В. Барановський, студент гр. ПК-91мн, Т.А. Романюк, студент гр. ПК-91мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ФАЗОВАНИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК

Анотація. У даній статті розглянуті основні відомості про фазовані антенні решітки. Проаналізовані області, в яких відбувається розвиток досягнення в розробці антенних решіток. Показані переваги і недоліки фазованих антенних решіток.

Ключові слова: фазована антенна решітка, випромінюючий елемент, ультразвуковий перетворювач, неруйнівний контроль.

ВСТУП

Фазовані антенні решітки (ФАР) мають тривалий науковий і практичний шлях розвитку. Перші ФАР були створені понад 40 років тому і з тих пір широко використовуються в різних електронних системах. Інтерес до них сьогодні не зменшується. Про це свідчить постійний пошук нових і ефективних рішень, заснованих на найсучасніших технологіях, що здатні значно розширити сферу застосування ФАР.

Сучасні засоби автоматизації та комп'ютерні технології для управління ФАР дозволяють широко використовувати цю технологію в радіозв'язку, неруйнівному контролі, радарх, радіонавігації, радіоастрономії тощо.

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ФАЗОВІ АНТЕННІ РЕШІТКИ

Ультразвукові фазовані антенні решітки (рис. 1) – це група окремих, ідентичних, упорядковано розташованих в одній площині випромінювальних п'єзоелементів, в яких передбачено можливість керування амплітудно-фазовими характеристиками [1]. Система, що побудована на основі ФАР, посиляє і отримує імпульси від численних елементів решітки. Елементи збуджуються в певному порядку таким чином, що компоненти променя формують єдиний фронт хвилі, що розповсюджується в заданому напрямку. Аналогічним чином приймач об'єднує отримані від елементів сигнали в єдине уявлення.

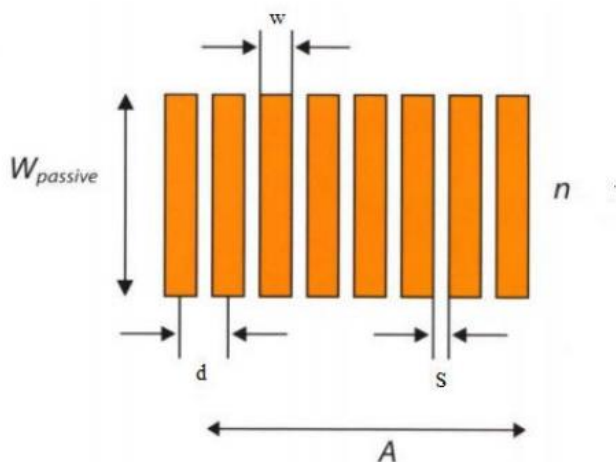


Рис. 1 - Фазована антенна решітка

(A - активна апертура, d - крок, S - зазор між сусідніми елементами, W - ширина одного елемента, n - кількість елементів)

СУЧАСНІ УЛЬТРАЗВУКОВІ ДЕФЕКТОСКОПИ НА БАЗІ ФАР

На сьогоднішній день існує величезний асортимент фазованих антенних решіток. Також доступні спеціалізовані перетворювачі з різною кількістю та розташуванням елементів не зважаючи на те, що найбільш популярними залишаються лінійні ФАР. Спеціалізовані перетворювачі створені для складних систем, які вимагають складного відхилення променя або сканування всього виробу з високою швидкістю.

Щоб відповідати різним вимогам контролю пропонують різні рівні устаткування, які використовують технологію ФАР. Їх можна розділити на три групи: дефектоскопи в стійці для поточного контролю, ручні переносні дефектоскопи та переносні автоматизовані дефектоскопи. Усі ультразвукові дефектоскопи є складними автоматизованими цифровими системами [2].

Основними виробниками дефектоскопів на базі ФАР є Olympus, SIUI, Акустические Контрольные Системы (рис. 2).



Рис. 2 – Цифрові дефектоскопи на базі ФАР:
а) OmniScan MX; б) GTS-602; в) A1550 IntroVisor

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ФАР

Перевагами ФАР є:

1. З антеною системою з N елементами випромінювання ви можете збільшити коефіцієнт спрямованості приблизно в N раз, тим самим посиливши антену в порівнянні з одним випромінювачем і звузивши промінь, щоб підвищити стійкість перед перешкодами, роздільну здатність і точність напрямку.

2. Важливою перевагою ФАР є можливість швидкого перегляду (сканування) простору за рахунок «гойдання» діаграми спрямованості електричними методами.

3. ФАР дозволяє легко сфокусувати ультразвуковий промінь у необхідній точці об'єкта контролю.

Не дивлячись на те що ФАР має значні переваги в порівнянні зі звичайними п'єзоелектричними перетворювачами, однак, є і недоліки.

Одним з основних недоліків можна вважати багатоканальну систему, в якій будуть використовуватися ФАР, що тягне за собою значне збільшення габаритних розмірів цієї системи, збільшує складність розрахунку електричних компонентів і збільшує вартість створення такої системи. Крім того, одним з

недоліків є звуження смуги, викликане спотворенням форми діаграми випромінювання на частотах, відмінних від розрахункової.

ВИСНОВОК

Фазовані антенні решітки широко використовуються у багатьох сферах завдяки ряду своїх переваг над звичайними перетворювачами. Маючи незначні недоліки, ФАР мають велику перспективу в подальшому розвитку, оскільки технології не стоять на місці і кожен день придумується і створюється щось нове, що раніше здавалося неможливим. Зважаючи на це можна сміливо сказати, якщо працювати на технологією ФАР і постійно пробувати її удосконалити, то можливо буде майже повністю подолати її недоліки, залишивши лише значні переваги.

Розвиток теорії і технології антенних решіток у даний час повинен проводитись в наступних найбільш важливих областях:

- 1) використання в сучасних ультразвукових дефектоскопах активних ФАР з великою кількістю елементів нових типів;
- 2) розробка і впровадження нових методів побудови фазової решітки;
- 3) розробка і вдосконалення конструкції ФАР для ослаблення взаємного впливу між елементами ФАР;
- 4) подальший розвиток методів синтезу ФАР і автоматизації проектування;
- 5) подальша розробка і впровадження методів обробки інформації, прийнятих елементами ФАР, що забезпечують, наприклад, управління формою ДН (адаптивна ФАР);
- 6) розробка методів управління незалежним рухом окремих променів в багатопробієвому режимі випромінювання [3, 4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю [Електронний ресурс]: підручник / Р. М. Галаган. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с.
- [2] Технология применения фазированных решеток [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.olympus-ims.com/ru/ndt-tutorials/phased-array/> (дата звернення 24.04.2020).
- [3] Цифровое формирование диаграммы направленности в фазированных антенных решетках / Л.Н. Григорьев. - М: Радиотехника, 2010. – 144 с.
- [4] Нечаев Ю. Б., Борисов Д. Н., Пешков И. В. Алгоритмы диаграммообразования адаптивных антенных решеток в условиях многолучевого распространения радиоволн // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. — 2012. — Т. 21. — №. 1-1 (120).

Науковий керівник – к.т.н, доц. Галаган Р.М.